

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 5 日
Date of Application:

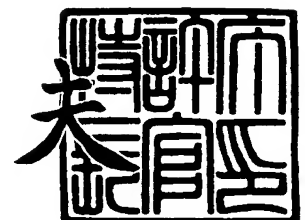
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 8 3 6 0 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 8 3 6 0 8]

出 願 人 富士写真フイルム株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 FSP-04750

【提出日】 平成15年 3月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/08

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 高田 倫久

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079049

【弁理士】

【氏名又は名称】 中島 淳

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100084995

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 和詳

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100085279

【弁理士】

【氏名又は名称】 西元 勝一

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100099025

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 浩志

【電話番号】 03-3357-5171

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800120

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照明用の光ビームを出射する光源と、

各々制御信号に応じて光変調状態が変化する複数の画素部が 2 次元的に配列され、前記光源から前記複数の画素部に入射した光ビームを、前記画素部毎に変調する空間光変調素子と、

前記複数の画素部に対応するピッチで複数のマイクロレンズが 2 次元的に配列され、前記画素部により変調された光ビームを、前記マイクロレンズ毎に集光するマイクロレンズアレイと、

前記画素部により変調された光ビームと対応する前記マイクロレンズとの相対的な位置のずれ量を検出するずれ量検出手段と、

検出されたずれ量に基づいて、前記空間光変調素子及び前記マイクロレンズアレイの少なくとも一方の位置を微調整する位置調整手段と、

を備えた露光装置。

【請求項 2】 前記位置調整手段は、検出されたずれ量に基づいて、前記ずれ量が低減されるように、前記空間光変調素子及び前記マイクロレンズアレイの少なくとも一方の位置を微調整する請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】 前記位置調整手段は、前記ずれ量検出手段において検出される前記画素部により変調された光ビームと対応する前記マイクロレンズとの相対的な位置のずれ量が所定値以下になるように、前記空間光変調素子及び前記マイクロレンズアレイの少なくとも一方の位置を微調整する請求項 1 又は 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】 照明用の光ビームを出射する光源と、

各々制御信号に応じて光変調状態が変化する複数の画素部が 2 次元的に配列され、前記光源から前記複数の画素部に入射した光ビームを、前記画素部毎に変調する空間光変調素子と、

前記複数の画素部に対応するピッチで複数のマイクロレンズが 2 次元的に配列され、前記画素部により変調された光ビームを、前記マイクロレンズ毎に集光す

るマイクロレンズアレイと、

前記画素部により変調された光ビームを前記マイクロレンズと対応するように結像する結像光学系と、

前記画素部により変調された光ビームと対応する前記マイクロレンズとの相対的な位置のずれ量を検出するずれ量検出手段と、

検出されたずれ量に基づいて、前記空間光変調素子、前記マイクロレンズアレイ、及び前記結像光学系を構成する光学部材の少なくとも 1 つの位置を微調整する位置調整手段と、

を備えた露光装置。

【請求項 5】前記位置調整手段は、検出されたずれ量に基づいて、前記ずれ量が低減されるように、前記空間光変調素子、前記マイクロレンズアレイ、及び前記結像光学系を構成する光学部材の少なくとも 1 つの位置を微調整する請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】前記位置調整手段は、前記ずれ量検出手段において検出される前記画素部により変調された光ビームと対応する前記マイクロレンズとの相対的な位置のずれ量が所定値以下になるように、前記空間光変調素子、前記マイクロレンズアレイ、及び前記結像光学系を構成する光学部材の少なくとも 1 つの位置を微調整する請求項 4 又は 5 に記載の露光装置。

【請求項 7】前記ずれ量検出手段が、相互に隣接する複数の画素部の各々に対応する複数の光検出素子と、該複数の光検出素子の検出信号に基づいて、前記画素部により変調された光ビームと対応するマイクロレンズとのずれ量を演算する演算手段と、を含む請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 8】前記光検出素子がフォトダイオードである請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 9】前記ずれ量検出手段が、マトリクス状に配列された 4 個の画素部の各々に対応する 4 個のフォトダイオードと、該 4 個のフォトダイオードの検出信号に基づいて、前記画素部により変調された光ビームに対応するマイクロレンズの行方向のずれ量及び列方向のずれ量を演算する演算手段と、を含む 4 分割ディテクタである請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 1 0】前記位置調整手段が、圧電素子を利用した微調整機構である請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、露光装置にかかり、特に、画像データに応じて空間光変調素子により変調された光ビームで感光材料を露光する露光装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、空間光変調素子を利用して、画像データに応じて変調された光ビームで画像露光を行う露光装置、例えば、液晶製造装置に使用されるフォトマスクの露光装置やプリント基板製造用の露光装置などの露光装置が種々提案されている。

【 0 0 0 3 】

空間光変調素子としてデジタル・マイクロミラー・デバイス（DMD）を用いた露光装置は、例えば、図 9（A）に示すように、レーザ光を照射する光源 1、光源 1 から照射されたレーザ光をコリメートするレンズ系 2、レンズ系 2 の略焦点位置に配置された DMD 3、DMD 3 で反射されたレーザ光を走査面 5 上に結像するレンズ系 4、6 から構成されている。DMD は、制御信号に応じて反射面の角度が変化する多数のマイクロミラーが、シリコン等の半導体基板上に 2 次元状に配列されたミラーデバイスである。この露光装置では、画像データ等に応じて生成した制御信号によって、DMD 3 のマイクロミラーの各々を図示しない制御装置でオンオフ制御してレーザ光を変調し、変調されたレーザ光で画像露光を行っている。なお、図 9（A）は、模式的に光軸に沿った展開図とした。

【 0 0 0 4 】

このような露光装置には、例えば、図 9（B）に示すように、スポット径を小さくして解像度を高める目的で、DMD 3 の画像に対応するようにマイクロレンズアレイ 8 を配置し、解像度の高い画像露光を行うものがある。なお、図 9（B）では、光源 1 から照射され、レンズ系 2 でコリメートされたレーザ光は、全反射（TIR）プリズムで反射されて DMD 3 に照射される。また、DMD 3 で反

射されたレーザ光は、TIRプリズム透過してレンズ系4に入射する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、DMDからの反射光の各々を、マイクロレンズアレイ（MLA）の対応するレンズで集光し、アパーチャを通して結像する共焦点光学系を備えた露光装置では、組立て時に光軸調整を行っても、構成部材の熱膨張や、構成部材内に残留した応力の経時開放等により、構成部材間で相対的な位置ずれが発生し、DMD上の像が結像面に正確に投影されない、という問題があった。また、その結果、露光装置において、光の利用効率が低下する、焦点位置がずれる、隣接する画素に光がまわり込んで解像度を劣化させる、という問題があった。

【0006】

本発明は上記従来技術の問題点を解決するために成されたものであり、本発明の目的は、空間光変調素子の像を結像面に正確に投影することができる露光装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の露光装置は、照明用の光ビームを出射する光源と、各々制御信号に応じて光変調状態が変化する複数の画素部が2次元的に配列され、前記光源から前記複数の画素部に入射した光ビームを、前記画素部毎に変調する空間光変調素子と、前記複数の画素部に対応するピッチで複数のマイクロレンズが2次元的に配列され、前記画素部により変調された光ビームを、前記マイクロレンズ毎に集光するマイクロレンズアレイと、前記画素部により変調された光ビームと対応するマイクロレンズとの相対的な位置のずれ量を検出するずれ量検出手段と、検出されたずれ量に基づいて、前記空間光変調素子及び前記マイクロレンズアレイの少なくとも一方の位置を微調整する位置調整手段と、を備えたことを特徴としている。

【0008】

本発明の露光装置では、光源から空間光変調素子に入射した光ビームは、空間光変調素子の画素部毎により変調され、変調された光ビームはマイクロレンズア

レイのマイクロレンズ毎に集光される。このとき、熱膨張や残留応力の経時開放等により、空間光変調素子とマイクロレンズアレイとの間で相対的な位置ずれが発生する。そこで、ずれ量検出手段によって、空間光変調素子の各画素部により変調された光ビームと対応するマイクロレンズとの相対的な位置のずれ量を検出する。そして、位置調整手段により、検出されたずれ量に基づいて、空間光変調素子及びマイクロレンズアレイの少なくとも一方の位置を微調整する。これにより、各画素部により変調された光ビームが対応するマイクロレンズに適切に入射され、空間光変調素子の像が結像面に正確に投影されるようになる。

【0009】

上記の露光装置において、位置調整手段は、検出されたずれ量に基づいて、前記ずれ量が低減されるように、空間光変調素子及びマイクロレンズアレイの少なくとも一方の位置を微調整することが好ましい。より具体的には、ずれ量検出手段において検出される、画素部により変調された光ビームと対応するマイクロレンズとの相対的な位置のずれ量が所定値以下になるように、空間光変調素子及びマイクロレンズアレイの少なくとも一方の位置を微調整することが好ましい。

【0010】

また、上記の露光装置では、画素部により変調された光ビームをマイクロレンズと対応するように結像する結像光学系を備えていてもよく、このような結像光学系を配置した場合には、位置調整手段により、空間光変調素子、マイクロレンズアレイ、及び結像光学系を構成する光学部材の少なくとも1つの位置を微調整する。構成部材の中で、より光軸ずれに対し感度が低い部材の位置を調整することで、光軸調整が容易になる。

【0011】

この場合も、位置調整手段は、検出されたずれ量に基づいて、前記ずれ量が低減されるように、空間光変調素子、マイクロレンズアレイ、及び結像光学系を構成する光学部材の少なくとも1つの位置を微調整することが好ましい。より具体的には、ずれ量検出手段において検出される、画素部により変調された光ビームと対応するマイクロレンズとの相対的な位置のずれ量が所定値以下になるように、空間光変調素子、マイクロレンズアレイ、及び結像光学系を構成する光学部材

の少なくとも 1 つの位置を微調整することが好ましい。

【0012】

また、ずれ量検出手段として、相互に隣接する複数の画素部の各々に対応する複数の光検出素子と、該複数の光検出素子の検出信号に基づいて、前記画素部により変調された光ビームと対応するマイクロレンズとのずれ量を演算する演算手段と、を含むずれ量検出手段を用いることができる。光検出素子としては、フォトダイオードの外、フォトランジスタ、CCD (Charge Coupled Device) 等を用いることができる。

【0013】

例えば、マトリクス状に配列された 4 個の画素部の各々に対応する 4 個のフォトダイオードと、該 4 個のフォトダイオードの検出信号に基づいて、前記画素部により変調された光ビームに対応するマイクロレンズの行方向のずれ量及び列方向のずれ量を演算する演算手段と、を含む 4 分割ディテクタを用いることができる。

【0014】

また、位置調整手段として、圧電素子を利用した微調整機構を用いることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

(露光装置の構成)

本実施の形態に係る露光装置は、図 1 に示すように、入射された光ビームを画像データに応じて画素毎に変調する空間光変調素子として、デジタル・マイクロミラー・デバイス (DMD) 10 を備えている。DMD 10 の光入射側には、DMD 10 を照明する光源 12 が配置されている。一方、DMD 10 の光反射側には、DMD 10 で反射された DMD 像を拡大する拡大レンズ系 14 と、結像倍率を調整する倍率調整レンズ 16 と、が上流側からこの順に配置されている。

【0016】

倍率調整レンズ 16 により DMD 像が結像される位置には、マイクロレンズが

DMDの各画素に対応して設けられたマイクロレンズアレイ18が配置されている。マイクロレンズアレイ18の光出射側には、結像レンズ系20が、DMD10と露光面とが共役な関係となるように配置されている。

【0017】

結像レンズ系20の光出射側には、感光材料22が載置されるステージ24が配置されている。ステージ24は、XY方向及びXY平面に直交するZ方向の3方向に移動可能に構成されている。また、ステージ24上には、感光材料22の露光面と同じ高さで4分割ディテクタ26が設置されている。

【0018】

DMD10は、マイクロミラーの各々を駆動する駆動部28を介して、コントローラ30に接続されている。コントローラ30は、CPU、ROM、RAM、メモリ、及びモニタやキーボード等の入出力装置等を備えたコンピュータで構成されている。

【0019】

倍率調整レンズ16には、圧電素子を利用した微調整機構32が搭載されている。この微調整機構32は、駆動部34を介してコントローラ30に接続されている。また、倍率調整レンズ16の近傍には、倍率調整レンズ16の位置を検出する位置検出センサ36が配置されている。微調整機構32は、位置検出センサ36の検出信号に基づいて倍率調整レンズ16の位置をXY方向に微調整する。

【0020】

マイクロレンズアレイ18には、倍率調整レンズ16と同様に、圧電素子を利用した微調整機構38が搭載されている。この微調整機構38は、駆動部40を介してコントローラ30に接続されている。また、マイクロレンズアレイ18の近傍には、マイクロレンズアレイ18の位置を検出する位置検出センサ42が配置されている。微調整機構38は、位置検出センサ42の検出信号に基づいてマイクロレンズアレイ18の位置をXY方向に微調整する。

【0021】

なお、DMD10の画素とマイクロレンズアレイ18の各マイクロレンズとは1対1に対応する必要があり、拡大レンズ14の倍率は両者の画素ピッチが一致

するように設計される。しかし、レンズの倍率は、レンズの曲率や面間隔、屈折率ばらつき等により 1～2%の誤差を有する。拡大レンズ 14 に加えて倍率調整レンズ 16 を配置することで、拡大レンズ 14 と倍率調整レンズ 16 との間隔を調整することができ、レンズ倍率による誤差を補正して、レンズ倍率を設計値通りに調整することができる。

【0022】

ステージ 24 は、駆動部 44 を介してコントローラ 30 に接続されている。この駆動部 44 は、コントローラ 30 からの制御信号に応じて、ステージ 24 を駆動する。また、ステージ 24 上に設置された 4 分割ディテクタ 26 は、コントローラ 30 に接続されており、4 分割ディテクタ 26 の検出信号はコントローラ 30 に入力される。

【0023】

次に、図 1 に示す露光装置の露光動作を説明する。コントローラ 30 に画像データが入力されると、コントローラ 30 は入力された画像データに基づいて DMD 10 の各マイクロミラーを駆動制御する制御信号を生成する。駆動部 28 は、この制御信号に基づいて DMD 10 の各マイクロミラーの反射面の角度を変更する。

【0024】

光源 12 から DMD 10 に照射された照明光は、各マイクロミラーの反射面の角度に応じて所定方向に反射されて変調され、変調された光が拡大レンズ系 14 により拡大される。これにより、DMD 10 の露光面上での画素スポットのサイズが拡大されると共に、画素スポットのピッチが拡大される。

【0025】

拡大レンズ系 14 により拡大された光は、倍率調整レンズ 16 により結像倍率が微調整され、倍率が調整された光がマイクロレンズアレイ 18 に設けられたマイクロレンズの各々に入射し、拡大された DMD 像が再び縮小される。このとき、全光束がマイクロレンズアレイ 18 へ入射する。マイクロレンズアレイ 18 で集光された光は、結像レンズ系 20 に入射し、結像レンズ系 20 により、感光材料 22 の露光面上に DMD 10 の像が結像される。

【0026】

(4分割ディテクタ)

4分割ディテクタ26は、図2(A)に示すように、ステージ24を基準位置に配置した場合に、ステージ24上に形成される矩形の露光エリア46の4角A、B、C、Dの少なくとも1ヶ所に配置される。露光エリア46は、DMD10の各画素に対応する多数の画素から構成されている。

【0027】

例えば、角Aに配置する場合には、図2(B)に示すように、露光エリア46の角Aに在り且つ相互に隣接する4画素48₁、48₂、48₃、48₄(露光画像の画素)が、4分割ディテクタ26の4つのダイオード26₁、26₂、26₃、26₄の各々に対応するように、4分割ディテクタ26が配置される。

【0028】

1. 5mm×2.0mm程度の大きさの4分割ディテクタでは、隣接するダイオードの間隔は約15 μ mであるから、露光画像における隣接する画素の間隔を約70 μ mとすると、4分割ディテクタ26を4画素に対して±20 μ mの位置精度で配置すればよい。

【0029】

次に、この4分割ディテクタ26を用いて、DMD10とマイクロレンズアレイ18との相対的な位置ずれを検出する方法について説明する。まず、図3(A)に示すように、露光エリア46の角Aに在る4画素48₁、48₂、48₃、48₄に対応するDMD10の4画素を点灯する。

【0030】

図3(B)に示すように、4画素に対応する4つのダイオード26₁、26₂、26₃、26₄の出力信号を、各々P₁、P₂、P₃、P₄とすると、DMD10とマイクロレンズアレイ18との間に相対的な位置ずれがある場合には、出力信号P₁、P₂、P₃、P₄の値がアンバランスになる。例えば、この例では、P₄の値だけが大きくなる。

【0031】

アンバランスが発生する原因について簡単に説明する。図4(A)に示すよう

に、DMD 10の画素により変調される光ビームとマイクロレンズアレイ 18の対応するマイクロレンズの位置とが一致している場合は、マイクロレンズに入射したビームは露光面の所定位置に結像される。一方、図4 (B)に示すように、マイクロレンズアレイ 18が矢印A方向にずれると、隣接するマイクロレンズに隣接するDMD 10の画素に対応するビームの1部が入射し、所定位置から離れた位置に結像される。例えば、図3 (B)の例では、画素 48₄として結像されるべき光が、ダイオード 26₄の画素 48₄とは異なる位置にノイズ 49として結像される。

【0032】

上述した通り、DMD 10と対応するマイクロレンズアレイ 18との間に相対的な位置ずれがある場合には、4分割ディテクタ 26の出力信号 P₁、P₂、P₃、P₄に差分が発生し、誤差（ずれ）発生を検出することができる。即ち、DMD 10のマイクロミラー（画素部）で反射された光ビームと対応するマイクロレンズとの相対的な位置のずれ（以下、「ビームの位置ずれ」という。）を検出することができる。X方向のずれ量をΔX、Y方向のずれ量をΔYとすると、ΔX及びΔYは、出力信号 P₁、P₂、P₃、P₄の値を用いて下記式で表される。式中、k及びk'は定数である。

【0033】

【数1】

$$\Delta X = k \frac{P_1 + P_3 - (P_2 + P_4)}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}$$

$$\Delta Y = k' \frac{P_1 + P_2 - (P_3 + P_4)}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}$$

【0034】

（ビームの位置ずれの補正）

次に、「ビームの位置ずれ」の補正について説明する。図5に、補正を行う場合のコントローラ 30の制御ルーチンを示す。露光開始前又は露光開始後の任意のタイミングで、「ビームの位置ずれ」の検出と補正とを行うための割り込みル

ーチンが実施される。

【0035】

ステップ100で、露光エリア46の角Aに在る4画素に対応するDMD10の4画素を点灯し、ステップ102で、4分割ディテクタ26から出力信号 $P_1 \sim P_4$ を取り込む。ステップ104で、X方向のずれ量 ΔX と、Y方向のずれ量 ΔY とを演算する。

【0036】

次のステップ106で、演算されたずれ量 ΔX 、 ΔY が、予め設定された許容量以下かを判断する。ずれ量が許容量以下の場合には、ビームの位置ずれの補正は行わずにルーチンを終了する。一方、ずれ量が許容量を超えている場合には、ステップ108で、ビームの位置ずれの補正を行う。本実施の形態では、DMD10は固定配置されているので、ずれ量 ΔX 及びずれ量 ΔY に基づいて、マイクロレンズアレイ18の位置調整を行う。この場合の補正量は、X方向が $-\Delta X$ 、Y方向が $-\Delta Y$ である。

【0037】

位置調整が終了した後、ステップ102に戻って、新たな出力信号を取り込み、位置調整後のずれ量 ΔX 及びずれ量 ΔY を演算する。ステップ106で、演算されたずれ量 ΔX 、 ΔY が許容量以下になるまで、ステップ102～ステップ108の処理を繰り返す。これにより、ビームの位置ずれが解消され、DMD10の画素毎にマイクロレンズアレイ18の各マイクロレンズに入射したビームは、露光面の所定位置に結像される。

【0038】

なお、ステップ102～ステップ108を繰り返す代わりに、位置検出センサ42によりマイクロレンズアレイ18の現在位置をモニタリングしながら、元の位置から $-\Delta X$ 、 $-\Delta Y$ だけ移動させてもよい。

【0039】

以上説明した通り、本実施の形態では、4分割ディテクタの4つのダイオードが、DMD像の4画素の各々に対応するように配置されているので、DMDとマイクロレンズアレイとの間に相対的な位置ずれがある場合には、4分割ディテク

タの出力信号に差分が発生し、DMDの各マイクロミラーで反射された光ビームと対応するマイクロレンズとのずれ（ビームの位置ずれ）を検出することができる。

【0040】

また、本実施の形態では、ビームの位置ずれが許容量以下になるまで、マイクロレンズアレイの位置調整を繰り返し行うので、ビームの位置ずれが低減される。ビームの位置ずれの許容量を限りなくゼロに近付けることで、ビームの位置ずれを無くすることができる。これにより、DMDの各マイクロミラーで反射された光ビームが、対応するマイクロレンズに適切に入射され、DMD像が結像面に正確に投影される。

【0041】

(変形例)

なお、上記の実施の形態では、4分割ディテクタ26は、矩形状の露光エリア46の4角A、B、C、Dの少なくとも1ヶ所に配置されると説明したが、例えば、図6に示すように、4分割ディテクタ26を、角A及び角Bの2ヶ所に配置することができる。2点で測定を行うことで、回転方向の位置ずれも検出することができる。

【0042】

例えば、角Aに配置された4分割ディテクタ26を用いて検出したビームのずれ量を ΔX_A 、 ΔY_A 、角Bに配置された4分割ディテクタ26を用いて検出したビームのずれ量を ΔX_B 、 ΔY_B 、及びAB間の距離をLとすると、露光エリア全体でビームの位置ずれを考えた場合、X方向のずれ量 ΔX 、Y方向のずれ量 ΔY 、及び回転方向のずれ量 θ_z は下記式で表される。従って、ビームの位置ずれを解消するためには、マイクロレンズアレイ18を、元の位置から $-\Delta X$ 、 $-\Delta Y$ 、 $-\theta_z$ だけ移動させればよい。

【0043】

【数 2】

$$\Delta X = \frac{\Delta X_A + \Delta X_B}{2}$$

$$\Delta Y = \frac{\Delta Y_A + \Delta Y_B}{2}$$

$$\theta_z = \frac{\Delta Y_B - \Delta Y_A}{L}$$

【0044】

或いは、4分割ディテクタ26を、対角線上に在る角A及び角Dの2ヶ所に配置してもよく、4角の各々に配置してもよい。対角線上の2角又は4角に配置することで、露光エリア全体のビームの位置ずれを、回転方向の位置ずれ（角度ずれ）や倍率ずれを含めて、検出することができる。

【0045】

また、上記の実施の形態では、X方向のずれ量とY方向のずれ量とを同時に検出する例について説明したが、X方向のずれ量とY方向のずれ量とを別々に検出してもよい。例えば、図7に示すように、X方向に2画素、Y方向に6画素の合計12画素を点灯し、X方向のずれ量を検出することができる。4分割ディテクタ26の各ダイオードには3画素ずつが割り当てられる。図7の例では、ダイオード26₁には画素48₁₁～48₁₃が、ダイオード26₂には画素48₂₁～48₂₃が、ダイオード26₃には画素48₃₁～48₃₃が、ダイオード26₄には画素48₄₁～48₄₃が各々割り当てられている。

【0046】

同様に、Y方向に2画素、X方向に6画素の合計12画素を点灯し、Y方向のずれ量を検出することができる。各ダイオードに1画素ずつ割り当てたのでは、1つのダイオードあたりの光量が不足し、十分な検出精度が得られない場合がある。このような場合には、ずれ量を検出する方向の点灯画素数を増加する上記の方法により、検出精度を向上させることができる。なお、この場合は、2分割ディテクタを用いてもよい。

【0047】

また、上記の実施の形態では、ステージを基準位置に配置した場合に、4 分割ディテクタが露光エリアの 1 角に配置される例について説明したが、図 8 に 2 点鎖線で示すように、ステージ 2 4 を基準位置に配置した場合に、4 分割ディテクタ 2 6 を露光エリア 4 6 の外部に配置することもできる。

【 0 0 4 8 】

「ビームの位置ずれ」の検出時には、図 8 に実線で示すように、4 分割ディテクタ 2 6 をステージ 2 4 と共に移動させて、4 分割ディテクタ 2 6 を露光エリア 4 6 の 1 角に配置する。このように、4 分割ディテクタ 2 6 を挿入退避が可能な構成とすることで、露光エリアの縮小やサイクルタイムの長期化にも対応することができる。但し、各ダイオード間のギャップと点灯画素とが重ならないように、4 分割ディテクタ 2 6 を移動させる必要があり、数十 μm の再現性で移動可能なステージが必要となる。

【 0 0 4 9 】

或いは、露光エリアの 1 角に露光に使用しないダミー画素を配置してもよい。これにより、ビームの位置ずれを常時検出することができる。

【 0 0 5 0 】

また、上記の実施の形態では、マイクロレンズアレイの位置を調整してビームの位置ずれを補正する例について説明したが、マイクロレンズアレイの代わりに倍率調整レンズの位置を調整してもよく、また、DMD の位置を調整してもよい。例えば、1 0 μm の位置ずれを調整するのに 2 μm の光軸移動で済むというように、構成部材の中で、より光軸ずれに対し感度が低い部材の位置を調整することで、光軸調整が容易になる。或いは、マイクロレンズアレイの光入射側に平行平板を挿入し、この平行平板の傾きを変化させることによってもビームの位置ずれを補正することができる。

【 0 0 5 1 】

また、上記の実施の形態では、4 分割ディテクタを用いる例について説明したが、4 分割ディテクタの代わりに、2 次元 C C D (Charge Coupled Device) やフォトトランジスタを領域分割して使用することができる。

【 0 0 5 2 】

また、上記の実施の形態では、レンズ等の位置を調整する微調整機構として、圧電素子を利用した微調整機構を使用する例を説明したが、他の微調整機構を使用してもよい。例えば、ピエゾ素子等の圧電素子で移動対象を3方向から押す機構の外に、移動対象の保持部材をペルチェ素子とサーミスタとを用いて温度コントロールして伸縮量を制御する機構、または、電気モーターに減速機やカム等を組み合わせることで、移動量を縮小するメカニカルな機構等を使用することができる。

【0053】

【発明の効果】

本発明の露光装置によれば、空間光変調素子の像を結像面に正確に投影することができる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態の露光装置の構成を示す概略図である。

【図2】 (A) はステージ上に形成される露光エリアを示す平面図であり、(B) は4分割ディテクタの配置を示す平面図である。

【図3】 (A) 位置ずれの検出時に点灯する4画素を示す図であり、(B) は4分割ディテクタによる位置ずれの検出方法を説明するための図である。

【図4】 (A) DMDの画素とマイクロレンズアレイのマイクロレンズの位置とが一致している様子を示す図であり、(B) はDMDの画素とマイクロレンズアレイのマイクロレンズの位置とが一致していない様子を示す図である。

【図5】 ビームの位置ずれの補正を行う場合の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図6】 4分割ディテクタの他の配置を示す平面図である。

【図7】 X方向のずれ量とY方向のずれ量とを別々に検出する場合に点灯する画素を示す図である。

【図8】 4分割ディテクタを挿入退避が可能な構成とした例を示す図である。

【図9】 (A) 及び (B) は、従来の露光ヘッドの構成を示す光軸に沿った側面図である。

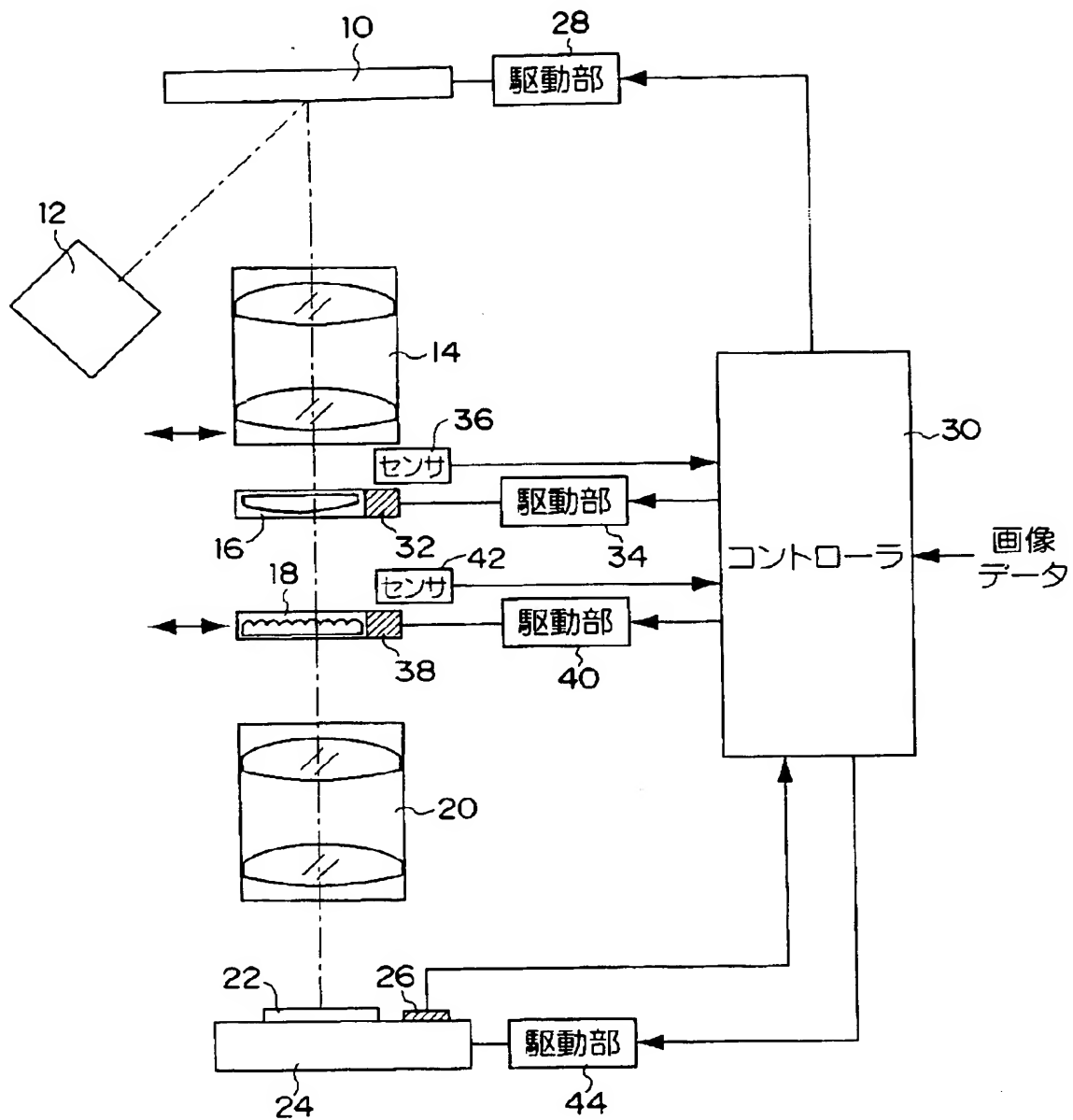
【符号の説明】

- 1 0 デジタル・マイクロミラー・デバイス (DMD)
- 1 2 光源
- 1 4 拡大レンズ系
- 1 6 倍率調整レンズ
- 1 8 マイクロレンズアレイ
- 2 0 結像レンズ系
- 2 2 感光材料
- 2 4 ステージ
- 2 6 4 分割ディテクタ
- 2 8、3 4、4 0、4 4 駆動部
- 3 0 コントローラ
- 3 2、3 8 微調整機構
- 3 6、4 2 位置検出センサ
- 4 6 露光エリア
- 4 8₁、4 8₂、4 8₃、4 8₄ 画素
- 4 9 ノイズ
- 2 6₁、2 6₂、2 6₃、2 6₄ ダイオード

【書類名】

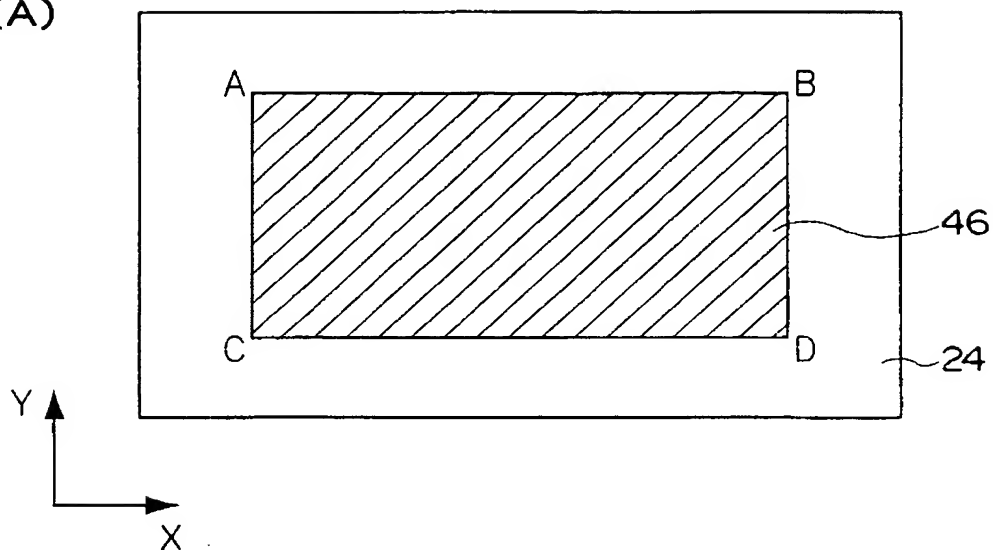
図面

【図 1】

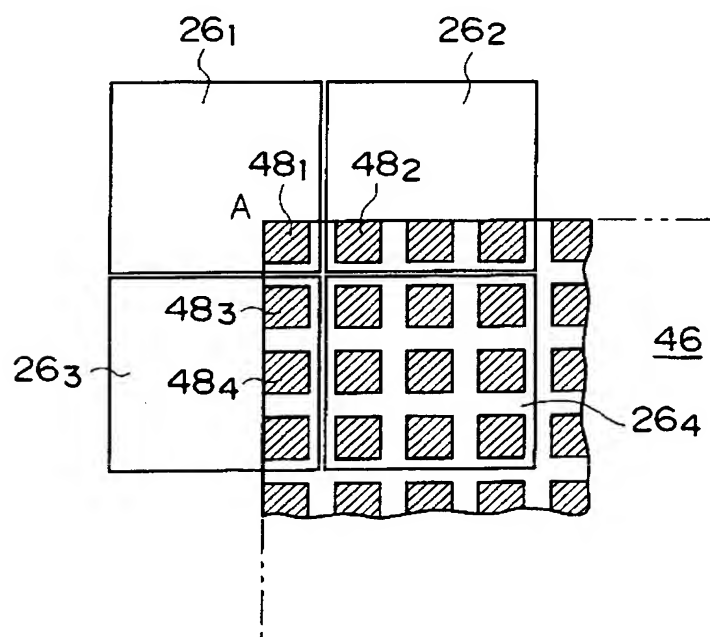


【図 2】

(A)

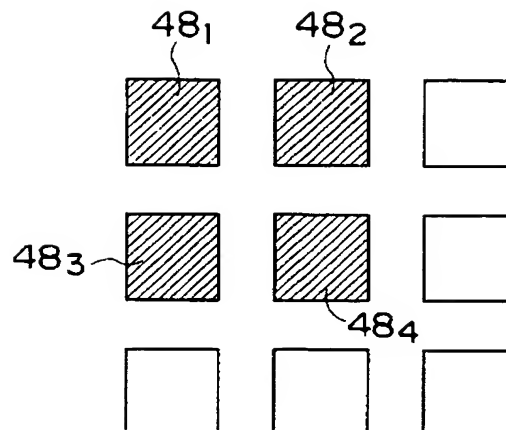


(B)

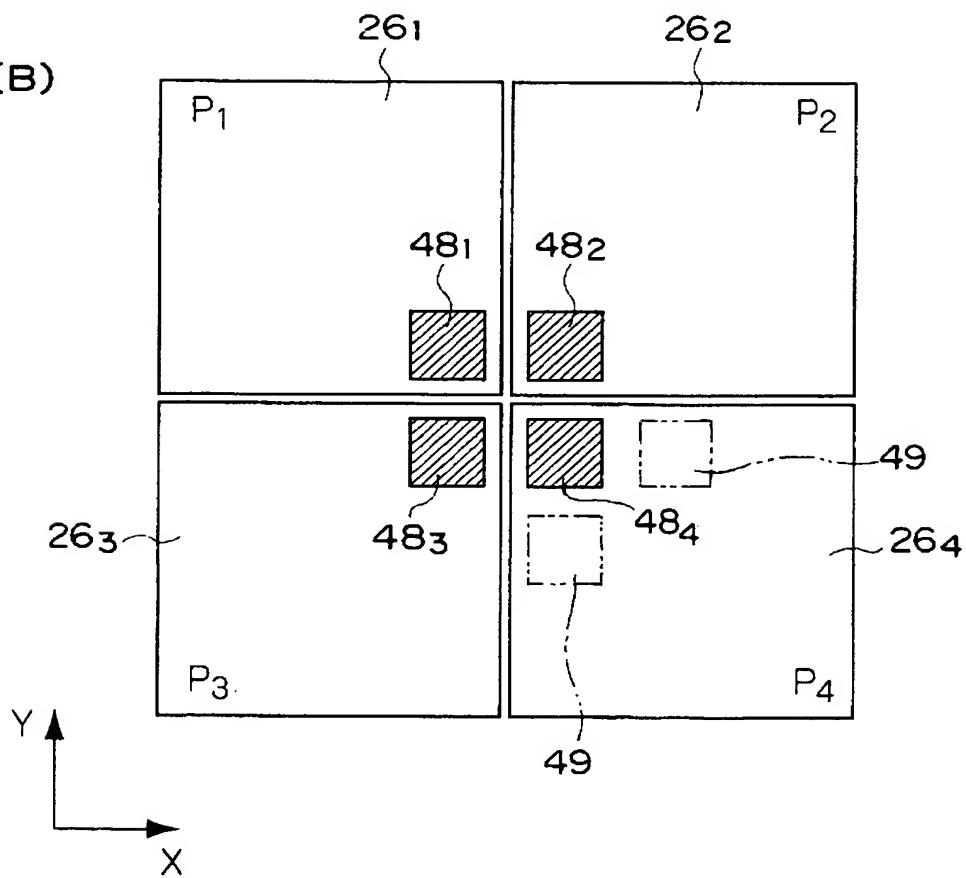


【図 3】

(A)

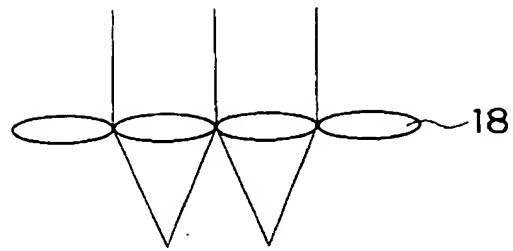


(B)

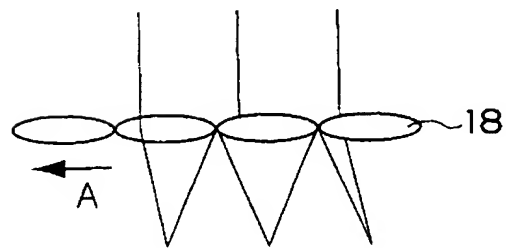


【図 4】

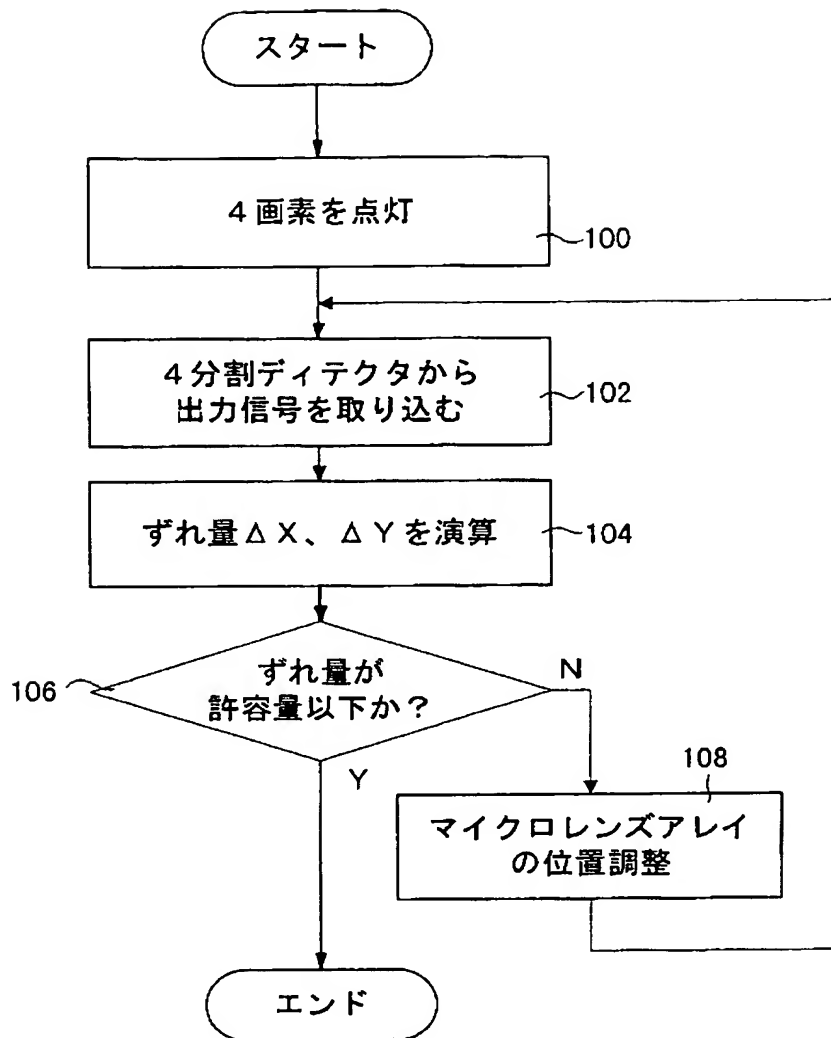
(A)



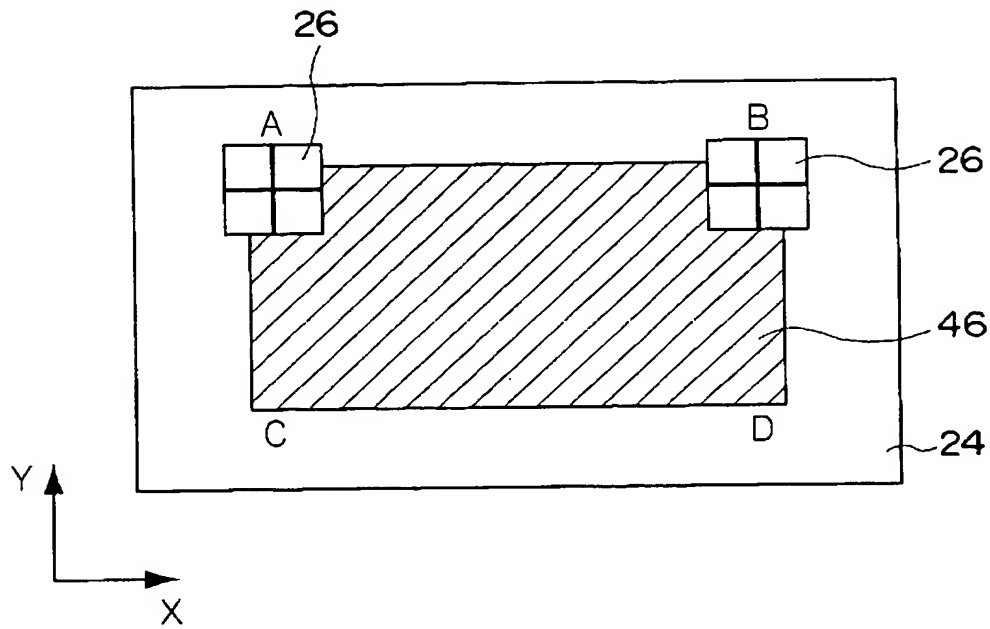
(B)



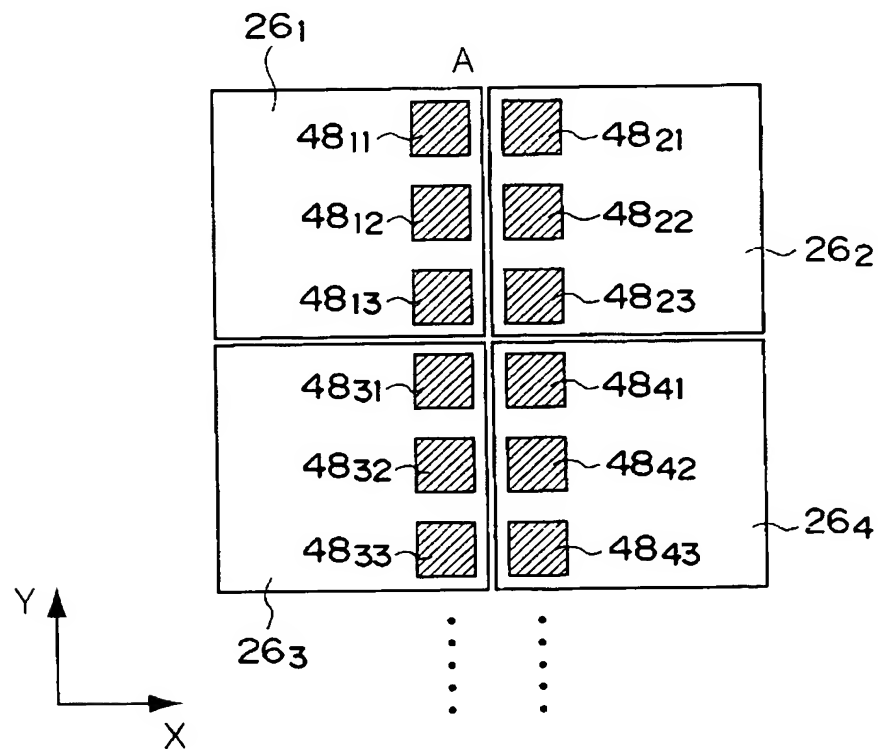
【図 5】



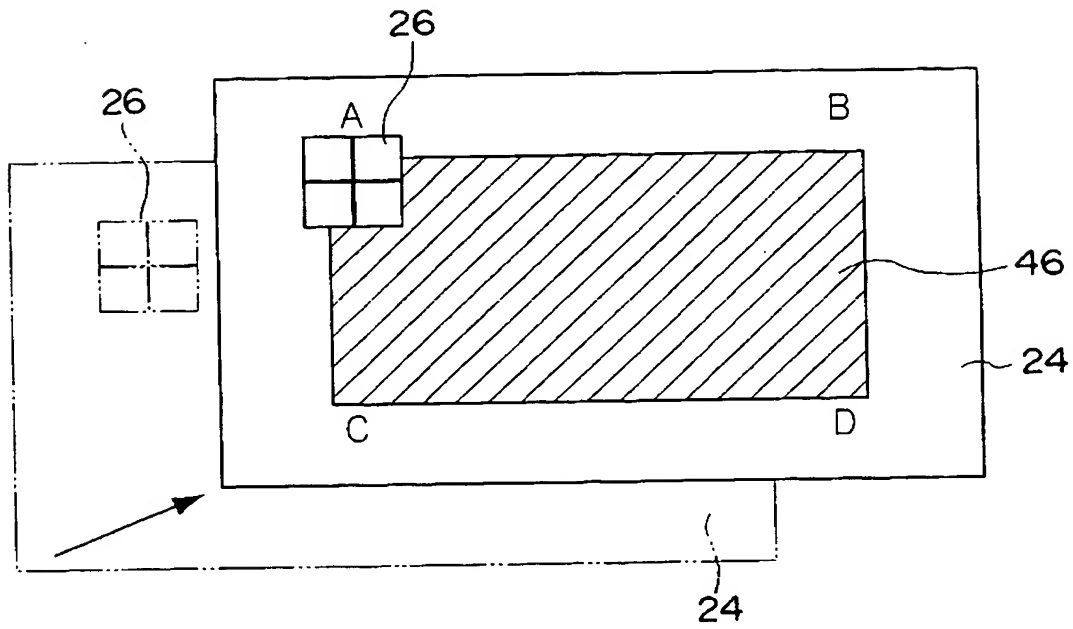
【図 6】



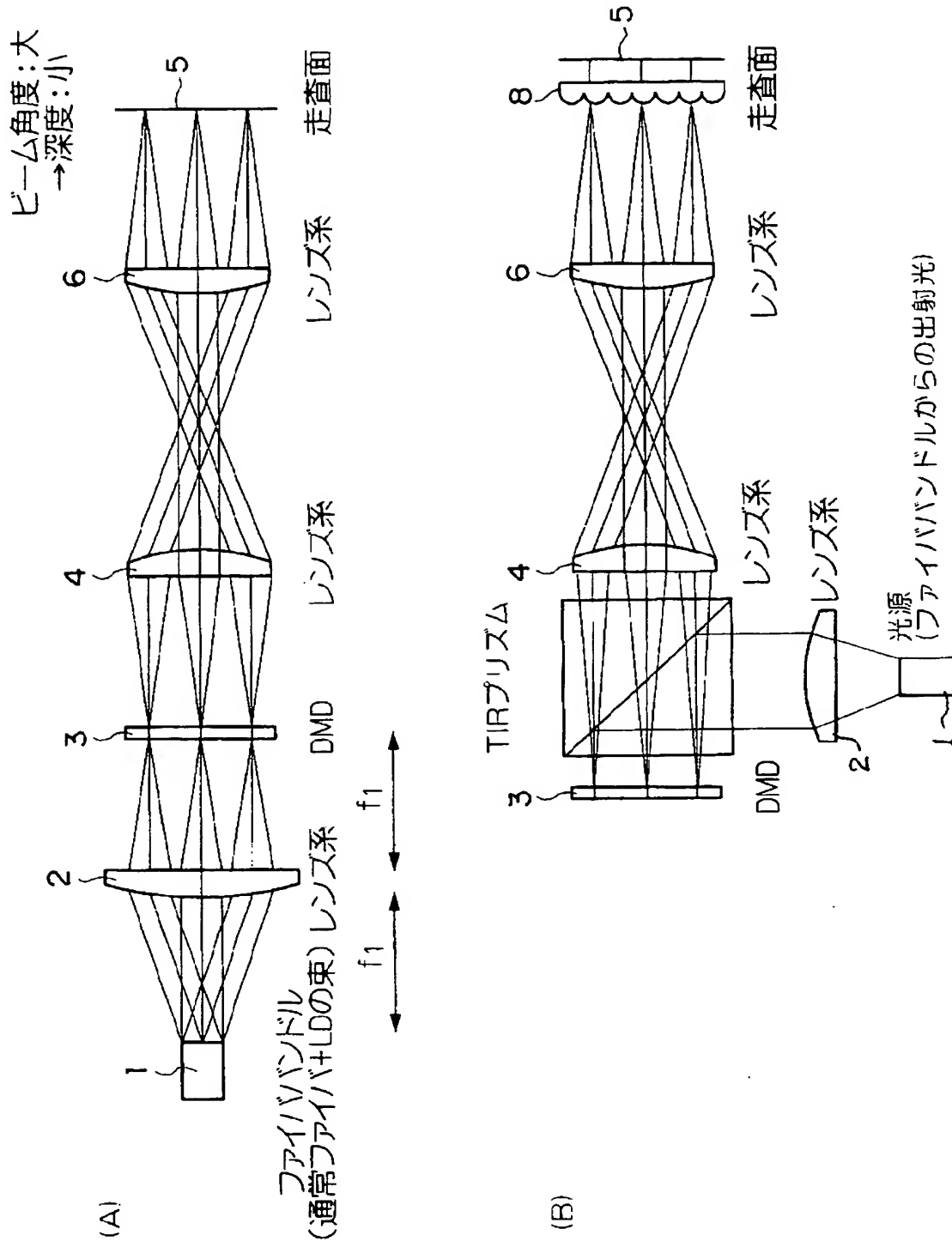
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 空間光変調素子の像を結像面に正確に投影することができる露光装置を提供する。

【解決手段】 露光エリアの1角に在る4画素48₁、48₂、48₃、48₄（露光画像の画素）が、4分割ディテクタ26の4つのダイオード26₁、26₂、26₃、26₄の各々に対応するように、4分割ディテクタ26が配置される。DMD10とマイクロレンズアレイ18との間に相対的な位置ずれがある場合には、4分割ディテクタ26の出力信号P₁、P₂、P₃、P₄に差分が発生し、DMD10のマイクロミラー（画素部）で反射された光ビームと対応するマイクロレンズとのずれ（ビームの位置ずれ）を検出することができる。検出されたずれ量に基づいて、マイクロレンズアレイ18の位置調整を行い、位置ずれを解消する。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 0 8 3 6 0 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地

氏 名

富士写真フイルム株式会社